

Präimaginale Merkmale in der Gattung *Proterebia* ROOS & ARNSCHEID : Beweise für die phylogenetische Distanz zur Gattung *Erebia* DALMAN (Satyridae)

Peter ROOS, Wilfried ARNSCHEID, Günther STANGELMAIER und Bernd BEIL

Peter Roos, Am Bahndamm 8, D-4320 Hattingen ;
Wilfried Arnscheid, Hüllerstr. 49, D-4630 Bochum 6 ;
Günther Stangelmaier, Meister-Thomas-Str. 6, A-9500 Villach ;
Bernd Beil, Lüderitzstr. 5, D-4630 Bochum.

Summary

The systematic position of the genus *Proterebia* ROOS & ARNSCHEID, 1980, is discussed on the basis of immature characters. The type of the chrysalis, the structures of the larval setae and the eggs clearly demonstrate the great phylogenetic distance between *Erebia* and *Proterebia*. The generic interrelationship of *Proterebia* is still unclear. Differences and similarities of immature characters between *Proterebia* and some genera of the tribe Ypthimini are discussed. Lack of information concerning the early stages of the Ypthimini does not permit further conclusions.

Einleitung

Die generische Zuordnung von *Papilio phegea* BORKHAUSEN war lange Zeit umstritten. Hierbei ging es hauptsächlich um die Frage, ob es sich um eine *Erebia* oder *Callerebia* handelt – 2 Gattungen, die nach MILLER (1968) sogar 2 verschiedenen Tribus, nämlich Erebiini bzw. Ypthimini angehören. Die vergleichende Analyse einer Reihe imaginalmorphologischer Merkmale zeigte, daß *phegea* in keine der bestehenden Gattungen einzuordnen war und somit das Genus *Proterebia* (ROOS & ARNSCHEID, 1980) notwendig wurde. Durch die Zucht von *Proterebia phegea* konnten jetzt die Präimaginalstadien näher studiert werden, deren Morphologie neue Aspekte zur systematischen Stellung der Art liefert.

In der vorliegenden Arbeit wurde starkes Gewicht auf die Abbildungen gelegt. Die Praxis hat gezeigt, daß detaillierte Beschreibungen zwingenderweise unübersichtlich werden (BECK & HACKER, 1983) und somit vergleichende Untersuchungen sehr zeitintensiv werden. Abbildungen mit gleichem Informationsgehalt sind übersichtlicher und praktischer.

Ansich war beabsichtigt, im Rahmen dieser Arbeit auch zur überaus strittigen Nomenklatur des Taxons *phegea* Stellung zu nehmen. Da jedoch

eine wichtige zu diesem Thema publizierte Arbeit von deren Herausgeber Dr. A. KOÇAK auf unsere diesbezügliche Bitte hin nicht zur Verfügung gestellt wurde, muß dies einstweilen unterbleiben.

Material, Methodik und Zuchtverlauf

Fangdaten der zur Eiablage benötigten Weibchen : 26.4.1983, Umgebung Sibenik, Jugoslawien ; G. STANGELMAIER leg. 3 lebende Weibchen wurden noch am Fangtag per Eilzustellung nach Deutschland (P. Roos) geschickt und erreichten ihr Ziel bereits am darauffolgenden Tag. Die zwei noch lebenden Weibchen wurden sofort in Plastikdosen mit geschnittenem Gras dem hellen Tageslicht ausgesetzt, worauf sie sofort mit der Eiablage begannen. Insgesamt legten die Weibchen 29 bzw. 33 Eier ab. Eine Raupe entwickelte sich ohne Überwinterung und ergab den Falter (♀) am 19.1.84. Andere stellten Anfang Dezember die Nahrungsaufnahme im L5 ein und wurden zur Überwinterung bei 4 Grad C im Kühlschrank aufbewahrt. Nach der Diapause vergingen bis zur Verpuppung nochmals 5 Wochen. Insgesamt verlief die Entwicklung der Tiere vergleichsweise langsam. Die Daten über die Zeitdauer der einzelnen Stadien seien wie folgt verdeutlicht :

Ei : 19 Tage ; L1 : 15 Tage ; L2 : 11 Tage ; L3 : 55 Tage ; L4 : 49 Tage ; L5 : 98 Tage ; Puppe : 20 Tage ; (ohne Diapause).

Beschreibung der Präimaginalstadien

Ei : Die Eier werden entweder garnicht oder nur sehr lose angeheftet. Die Form geht aus Abb. 1 hervor. Von der Oberflächenstruktur läßt sich das Ei von oben nach unten in drei Zonen mit etwa gleicher Ausdehnung untergliedern. Die obere und untere Zone bestehen aus einem feinen Netzwerk unregelmäßiger Vielecke (s. auch Abb. 2). In der mittleren Zone tritt eine schwach ausgebildete Längsrippenstruktur hervor, die durch noch feinere Rippen quervernetzt ist. Somit erinnert das Ei deutlich an das Aussehen von *Pararge* oder *Lasiommata*-Eiern (Roos, 1977, 1978). Höhe und Durchmesser der Eier von 2 verschiedenen Weibchen wurden ausgemessen (Tab. 1).

Tab. 1
Abmessungen der Eier von *P. phegea*
(S.D. = Standardabweichung, n = Anzahl der vermessenen Eier)

	Höhe (mm) ± S.D.	Ø (mm) ± S.D.	n
♀ A	1,25 ± 0,015	1,22 ± 0,022	7
♀ B	1,32 ± 0,020	1,25 ± 0,019	6

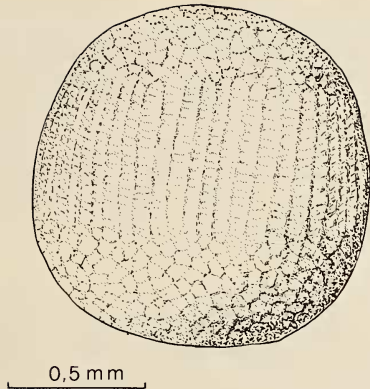


Abb. 1. Ei von *Proterebia phegea*.

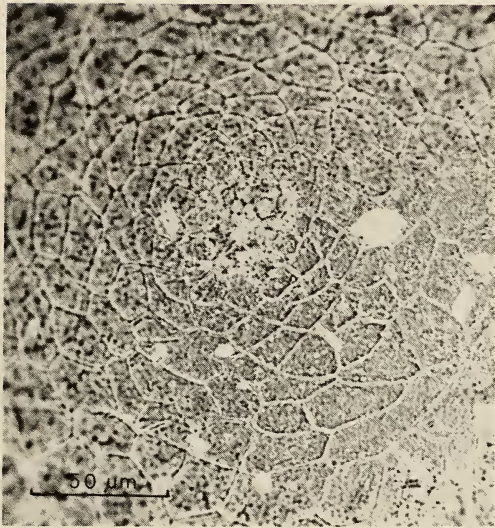


Abb. 2. Eiobersseite mit Mikropylzone.

Die Larvalstadien : Insgesamt durchlief *P. phegea* in unserer Zucht 5 Larvalstadien. Das 1. Stadium unterscheidet sich von den folgenden durch die Struktur der Kopf- und Körperborsten. In den Stadien L3 bis L5 treten bei *P. phegea* kaum Zeichnungsänderungen auf. Ein gutes und konstantes Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Stadien bietet der Kopfdurchmesser (Tab. 2).

Tab. 2
 Kopfkapseldurchmesser der Larvalstadien L1 bis L5 von *P. phegea*.
 Die Werte stellen die Mittelwerte \pm Standardabweichung dar
 (n = Anzahl der ausgemessenen Kopfkapseln)

Stadium	L1	L2	L3	L4	L5
Ø (mm)	0,84 \pm 0,02	1,19 \pm 0,03	1,60 \pm 0,07	2,11 \pm 0,07	2,89 \pm 0,08
N	6	6	11	4	6

L1 : Direkt nach dem Schlüpfen mißt die Raupe 2,8 mm in der Länge. Die Grundfarbe ist hellbeige. Der beigebraune Kopf erscheint übermäßig groß (Abb. 3) und trägt ca. 150 μ m lange, farblose Borsten, von denen 4 von einem großen braunen Hof umgeben sind. Die Borsten sind schlank, glatt und am Ende schwach erweitert (Abb. 8). Außer den braunen Höfen besitzt die Kopfkapsel noch weitere hellbraune, streifenförmige Zeichnungen, die als Fortsetzungen der Dorsalen und Stigmatalen aufzufassen sind. Ähnliche Zeichnungselemente treten auch in der Gattung *Lasiommata* auf (Roos, 1978, 1979).

In Abb. 9 ist die Lage und Ausdehnung der Körperzeichnungen dargestellt. Alle Längslinien besitzen in etwa den gleichen dunkelbraunen Farbton. Nach der Futteraufnahme geht die Körpergrundfarbe von hellbeige in ein blasses grün über. Die Farbe der Längsstreifen ändert sich dabei nicht. Körperdurchmesser und -höhe zeigen von vorn nach hinten eine nur geringfügige Verminderung (Abb. 3 und 4 ; vgl. hierzu Abb. 5 des L4). Analspitzen sind noch nicht vorhanden (Abb. 10). Die Körperborsten besitzen eine ähnliche Struktur wie die Kopfborsten. Sie sind auf den 3 Thorax- und den ersten 7 Abdominalsegmenten gebogen und zwar auf den ersteren nach vorn und auf den letzteren nach hinten ausgerichtet. Auffallend ist, daß die Länge der Abdominalborsten von vorne nach hinten zunimmt. Die Längenzunahme ist am Beispiel der Borste D1 (s. WASSERTHAL, 1970) in einem Diagramm dargestellt (Abb. 12). Gegen Ende des L1-Stadiums weisen die Raupen eine Gesamtlänge von ca. 6 mm auf.

L2 : Körper grasgrün mit dunkelgrünen Längsstreifen (Abb. 9). Die Analspitzen sind ganz schwach angedeutet. Speziell geformte Sekundärborsten sind über den ganzen Körper verteilt (Abb. 9). Ihre Struktur wird bis zum letzten Larvalstadium beibehalten (Abb. 8c). Die Kopfborsten besitzen die gleiche Struktur und eine Länge von ca. 50 μ m. Die Kopfkapselzeichnung (Abb. 7) besteht aus beigebraunen Streifen, die die Fortsetzungen von Dorsaler, Subdorsaler und Stigmataler darstellen. Länge der Raupe am Ende des Stadiums ca. 9 mm.

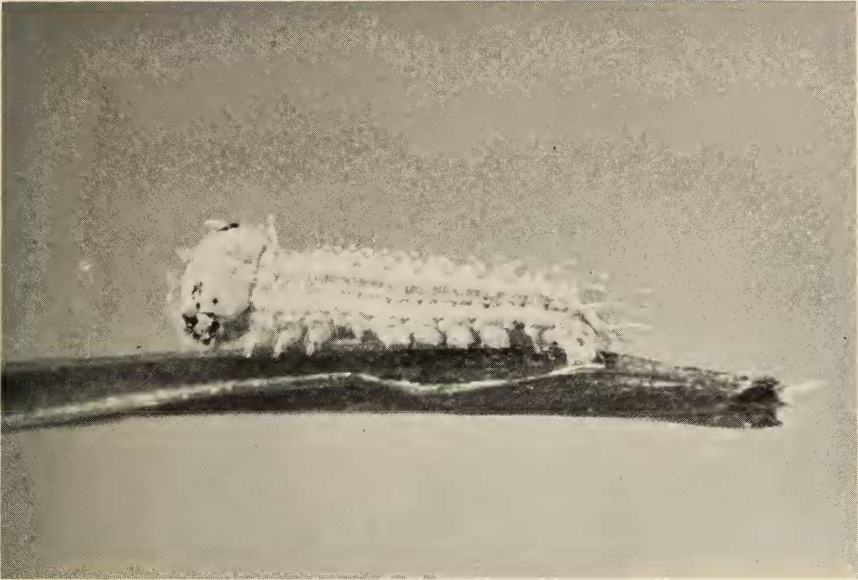


Abb. 3. L1 von *P. phegea* (Länge : 2,8 mm).

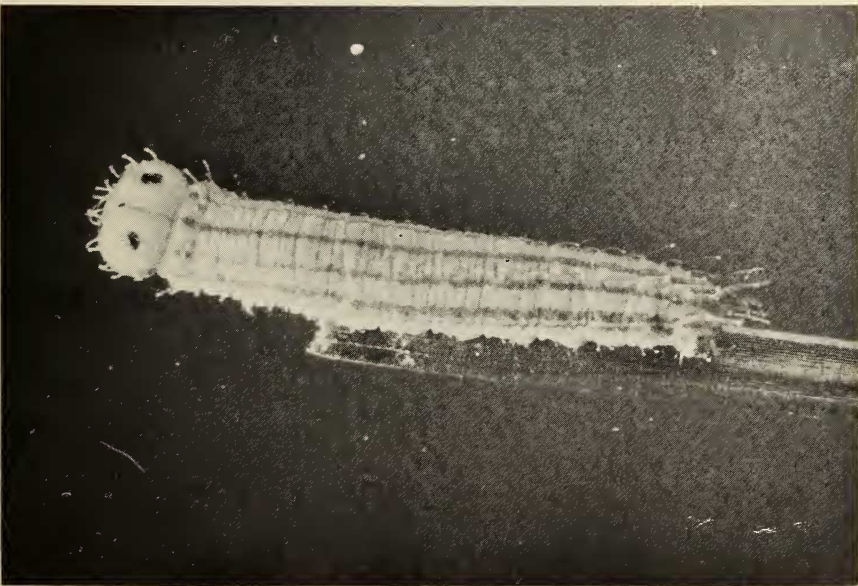


Abb. 4. L1 von *P. phegea*, dorsal (Länge : 5,5 mm).

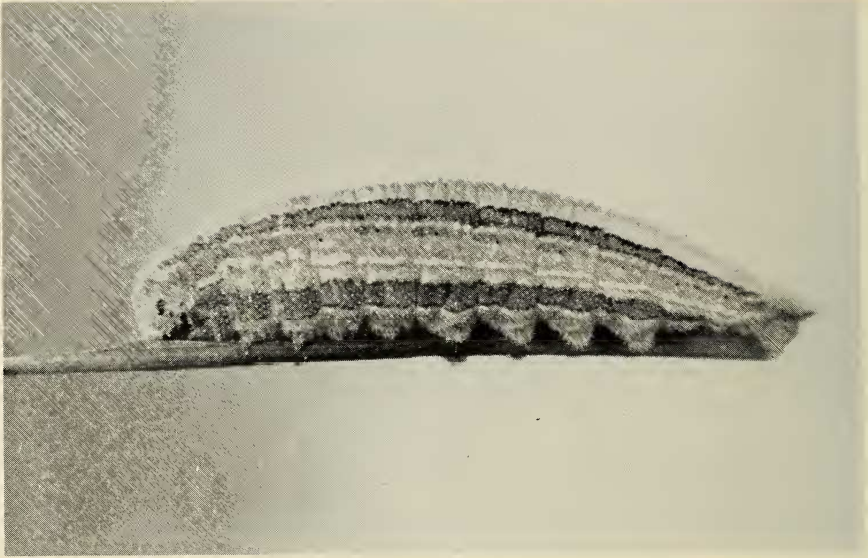


Abb. 5. L4 von *P. phegea* (Länge : 14 mm).

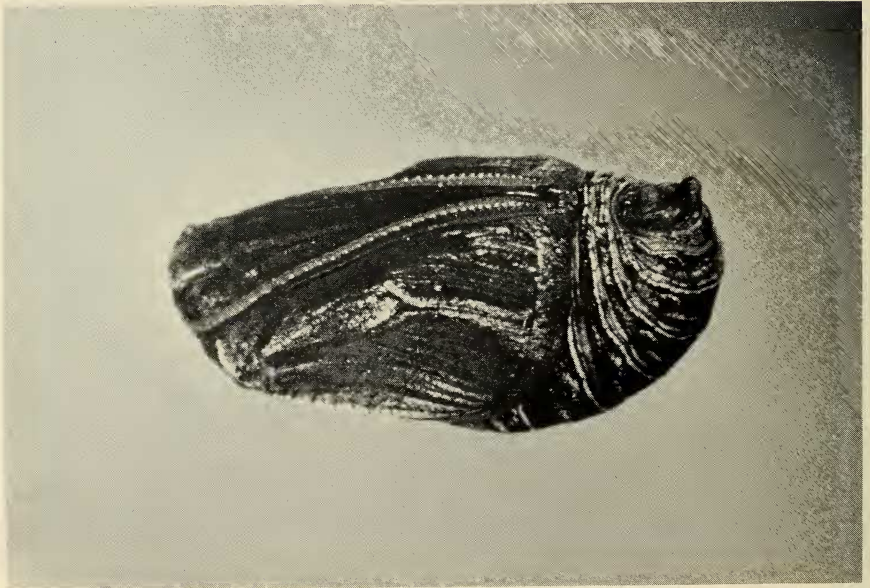


Abb. 6. Puppe von *P. phegea* (Länge : 12.5 mm).

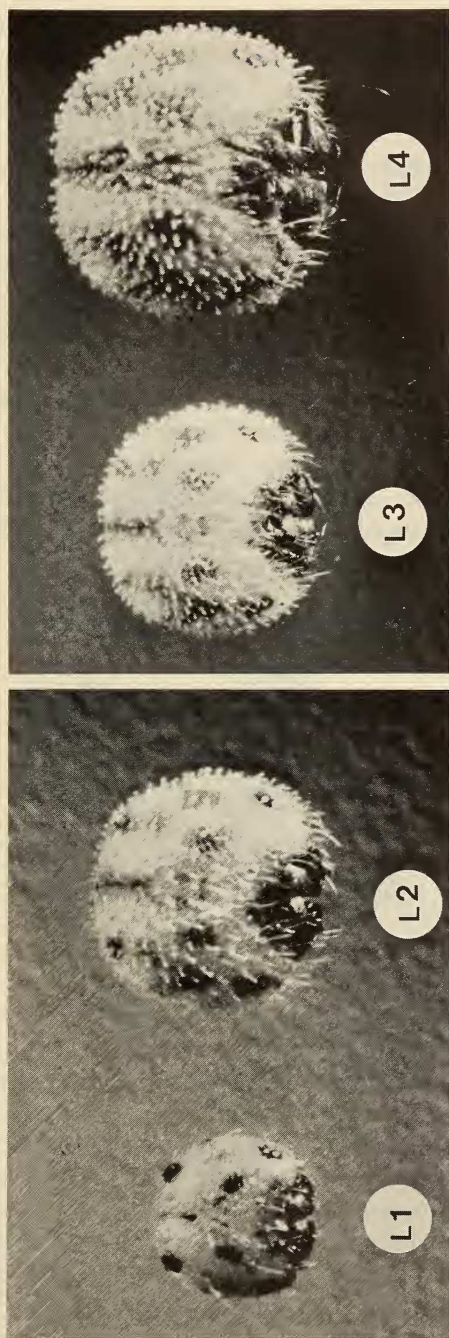


Abb. 7. Kopfkapseln (frontal) der Larvalstadien L1 bis L4. Abmessungen siehe Tab. 2.

L3 : Beginnend mit diesem Stadium wechselt die Grundfarbe des Körpers nach beige. Die braunen Körperlängsstreifen zeigen eine unterschiedliche Farbtintensität (Abb. 9). Form und Länge der Borsten wie in L2. Kopfkapselzeichnung ähnlich wie in L2 (Abb. 7 und 11).

L4 : Gegenüber L3 treten sowohl auf der Kopfkapsel als auch auf dem Körper nur geringe Zeichnungsänderungen auf (Abb. 5). Der bisher schlanke Körper weist aber jetzt einen spindelförmigen Längsschnitt auf mit dem größten Durchmesser beim 3. Abdominalsegment. Borsten wie in L2 und L3.

L5 : Gegenüber L4 wird die Körperzeichnung kontrastreicher (Abb. 9), die Kopfkapsel ist dunkelbraun gefärbt – ohne erkennbare Zeichnungselemente. Die bräunlichen Borsten besitzen die gleiche Struktur wie in L2 bis L4 (Abb. 8). Sie weisen am Kopf eine Länge von $100\ \mu\text{m}$, am Körper von ca. $50\ \mu\text{m}$ auf. Kopf- und Körperborsten sind vom gleichen Typ, unterscheiden sich aber durch ihr Längen/Breiten-Verhältnis (Abb. 8). Kurz vor der Verpuppung beträgt die Länge der Raupe 25 mm, die Analspitzen messen nur 0,3 mm.

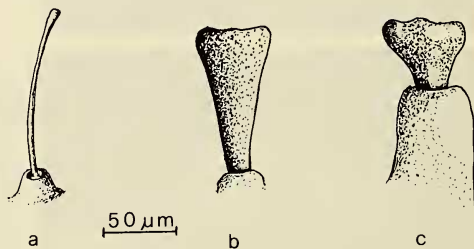


Abb. 8. Larvale Borsten von *P. phegea*. a : L1, Kopf. b : L5, Kopf. c : L5, Körper.

Puppe : Länge : 12,5 mm. Die Puppe besitzt eine gedrungene Form (Abb. 6 u. 13). Die letzten Abdominalsegmente knicken nach ventral ab, sodaß der Kremaster in einem Winkel von ca. 60 Grad zur Körperlängsachse steht. Er ist mit $100\text{-}120\ \mu\text{m}$ langen Häkchen besetzt (Abb. 14). Diese Strukturmerkmale weisen auf eine Stürzpuppe oder zumindest auf eine Vorstufe zur Stürzpuppe hin. Gleichermäßen sprechen hierfür die kantige dorsale Begrenzung der Flügelscheiden und kantige Absätze im Kopfbereich. Die Rüsselscheide ist kürzer als die Vorderflügelscheiden, sodaß ein kleiner Teil der Hinterflügelscheiden sichtbar wird (Abb. 13). Die Grundfärbung der Puppe ist schwarz, die Basis und die dorsale Be-

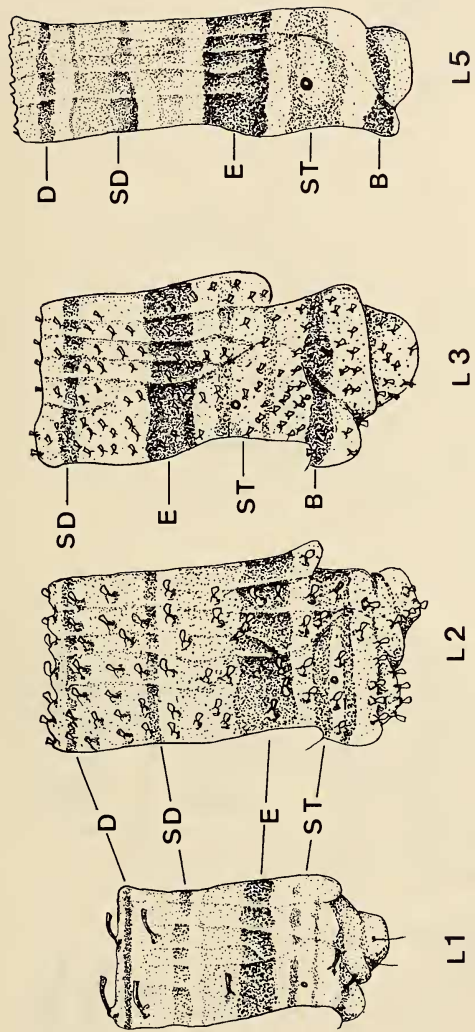


Abb. 9. Körperzeichnungen in verschiedenen Larvalstadien von *P. phleggea* (3. Abdominalsegment, lateral). B = Basale, D = Dorsale, E = Epistigmatale, SD = Subdorsale, ST = Stigmatale. Im L5 wurden die Borsten nicht eingezeichnet.

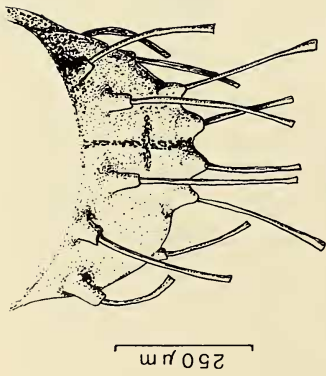


Abb. 10. "Analsegment" im L1 von *P. phtega*.

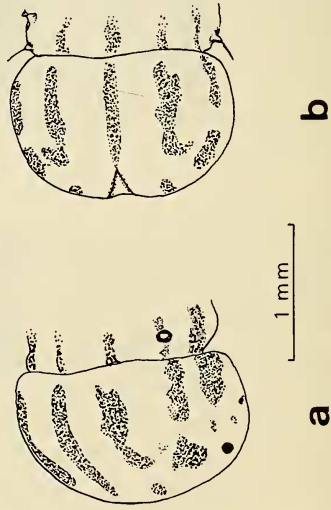


Abb. 11. Kopfkapselzeichnungen im L3 von *P. phtega*.
a : lateral. b : von oben.

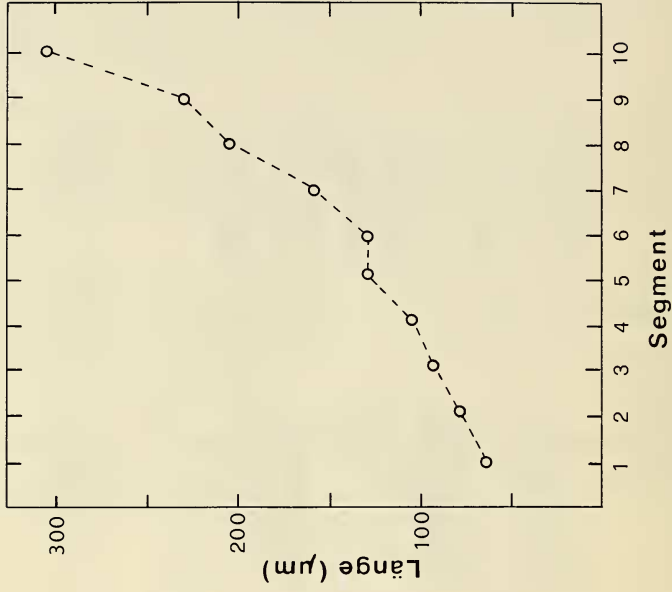


Abb. 12. Länge (μm) der Borste DI auf den Abdominalsegmenten im L1 von *P. phtega*.

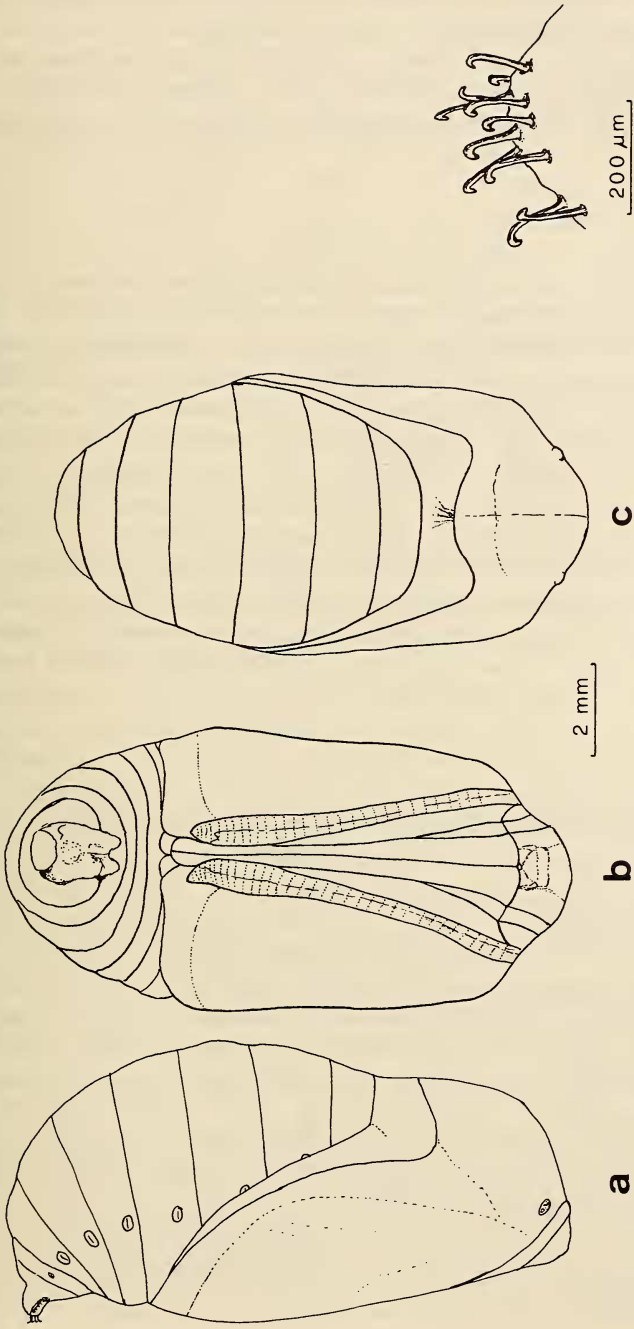


Abb. 13. Puppe von *P. phlegea*. a : lateral. b : ventral. c : dorsal.

Abb. 14. Kremasterbeborstung der Puppe von *P. phlegea*.

grenzung der Flügelscheiden sind hell, beigeweiß gezeichnet. Einige Areale auf den Flügelscheiden weisen die gleiche Färbung auf. Die Fühlerscheiden sind dorsal schwarz, ventral hellbeige gezeichnet. Auf den Abdominalsegmenten treten parallel zu den Segmenteinschnitten helle Zeichnungen auf. Die Stigmen sind schwarz umgrenzt. Der Kremaster ist braun.

Diskussion

Aufgrund der hier beschriebenen präimaginalen Merkmale läßt sich *Proterebia phegea* eindeutig von der Gattung *Erebia* abgrenzen. Somit findet die imaginalmorphologisch begründete systematische Einstufung des Taxons *phegea* in die monotypische Gattung *Proterebia* (ROOS & ARNSCHEID, 1980) ihre Bestätigung. In allen Entwicklungsstadien zeigen sich Unterschiede zu den Erebiiden. So besitzt *P. phegea* Eier vom *Pararge/Lasiommata*-Typ (ROOS, 1977, 1978, 1979); die Larvalstadien zeigen spezielle Borstenstrukturen und Kopfkapselzeichnungen, die bei Erebiiden nicht auftreten. Der eindrucksvollste Unterschied aber ist die Ausbildung einer völlig anders gestalteten Puppe. Während die Erebiiden mehr oder weniger oval geformte Puppen mit unbehaartem (ARNSCHEID & ROOS, 1978; ROOS & ARNSCHEID, 1981) oder äußerst spärlich behaartem Kremaster besitzen (ARNSCHEID & ROOS; 1983; ROOS, 1981b), weist die Puppe von *P. phegea* Merkmale auf, die auf einen Übergangszustand zwischen Erd- und Stürzpuppe hinweisen. Charakteristische kantige Strukturen im Kopf- und Thorakalbereich sind vorhanden, ebenso hakenartig ausgebildete Kremasterborsten, wenngleich diese Merkmale auch nicht so deutlich ausgeprägt sind wie bei typischen Stürzpuppen. So ist der Besatz an Kremasterhäkchen weitaus geringer als z.B. bei *Lasiommata* (ROOS, 1981a) oder *Coenonympha* (ROOS et al., 1982). Die ebenfalls intermediär ausgeprägte Puppe von *Aphantopus hyperantus* L. (ROOS, 1981b) steht in ihren Merkmalen zwischen einer typischen Erd- und der *phegea*-Puppe. Die Reduktion (?) der Kremasterborsten bei *P. phegea* hat einen weitgehenden Funktionsverlust zur Folge: Die Puppe verankert sich nicht in einem Gespinnst sondern liegt frei am Boden. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß es Satyriden-Gattungen gibt, deren Vertreter je nach Art Stürzpuppentypen mit "normaler" bzw. so weit reduzierter Kremasterbeborstung ausbilden, daß eine Anheftung nicht mehr möglich ist. Hierher gehören z.B. die indoaustralischen Genera *Oreixenica* und *Heteronympha* (BURNS, 1957; COUCHMAN, 1953; COMMON & WATERHOUSE, 1981). Bei der afrikanischen Gattung *Dira* ist die Krümmung der Kremasterhäkchen für die Anheftung nicht ausreichend (VAN SON, 1955).

Da die Gattung *Protorebia* den Erebiini nicht zugeordnet werden kann, stellt sich die Frage nach ihrem Verwandtschaftsverhältnis. Vom äußeren Habitus ist zunächst an die Ypthimini zu denken, zu denen nach MILLER (1968) die Genera *Ypthima*, *Callerebia*, *Paralasa* etc. gehören. Die bisher untersuchten *Ypthima*-Arten, wie *asterope* KLUG (HESSELBARTH, 1983), *huebneri* KIRBY (SEVASTOPULO, 1940), *argus* BUTLER und *motschulskyi* BREMER & GREY (SHIROZU & HARA, 1974) verwandeln sich alle über Stürzpuppen. Weitere Unterschiede zu *Protorebia* findet man in der Struktur der Larvalstadien (Körperform, Kopfkapsel, Analspitzen, Borsten) und imaginalmorphologisch (SHIROZU & SHIMA, 1979). Die wohl bisher einzige untersuchte *Callerebia* zeigt im Larvalstadium einen zweispitzigen Kopf (ROBSON, 1894), ähnlich wie er bei *Melanitis* (FORSAYETH, 1884) oder *Lethe* (ISHIMURA, 1941) auftritt. Wie schon gezeigt, läßt sich *Protorebia* aufgrund imaginaler Merkmale auch gut von den anderen Gattungen der *Callerebia*-Serie der Ypthimini (MILLER, 1968), nämlich *Argentina*, *Boeberia*, *Loxerebia* und *Paralasa*, abgrenzen (ROOS & ARNSCHIED, 1980). Somit erscheint *Protorebia* zunächst völlig isoliert. Die Untersuchung weiterer Merkmale und der Präimaginalstadien der in dieser Beziehung vernachlässigten Ypthimini werden über den systematischen Status von *Protorebia* weiteren Aufschluß geben. Eine nahe phylogenetische Verwandtschaft zu *Erebia* kann aufgrund der jetzigen Erkenntnisse mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Literatur

- ARNSCHIED, W. & ROOS, P., 1978. Über die Zucht und die Präimaginalstadien von *Erebia alberganus* PRUNNER (Lep., Satyridae). Ent. Z., Frankf. a. M. **88** : 66-68.
- ARNSCHIED, W. & ROOS, P., 1983. Die Präimaginalstadien von *Erebia medusa* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775). Beiträge zur Kenntnis der Erebiien, XV. (Lepidoptera, Satyridae). Entomofauna **4** : 77-84.
- BECK, H. & HACKER, H., 1983. *Stilbina olympica* DIERL & POVOLNY, 1970. Beschreibung des bisher unbekanntes Weibchens und der Präimaginalstadien. Mitt. Münch. Ent. Ges. **73** : 1-14.
- BURNS, A. N., 1957. Life history of *Heteronympha cordace* HUBNER. Mem. Natn. Mus. Vict. **22** : 1-3.
- COMMON, I. F. B. & WATERHOUSE, D. F., 1981. Butterflies of Australia. London, Sydney, Melbourne, Singapore, Manila.
- COUCHMAN, L. E., 1953. Notes on some species of *Oreixenica* WATERHOUSE and LYELL (Lepidoptera, Satyridae), with descriptions of new forms. Proc. R. ent. Soc. Lond. (B) **22** : 73-84.
- FORSAYETH, R. W., 1884. Life history of sixty species of Lepidoptera observed in Mhow, Central India. Trans. Ent. Soc. Lond. 1884 : 377-384.

- HESELBARTH, G., 1983. Beitrag zur Biologie von *Ypthima asterope* KLUG (Lepidoptera : Satyridae). Nachr. ent. Ver. Apollo (N.F.) **4** : 7-14.
- ISHIMURA, K., 1941. On the life-history of *Lethe diana* BUTLER (Lepidoptera, Satyridae). Kontyu **14** : 184-196.
- MILLER, L. D., 1968. The higher classification, phylogeny and zoogeography of the Satyridae (Lepidoptera). Mem. Am. ent. Soc. **24** : 1-174.
- ROBSON, S., 1894. Notes on *Callerebia nirmala*, MOORE, a Satyrid butterfly. J. Bombay. nat. Hist. Soc. **8** : 551-553.
- ROOS, P., 1977. Die Präimaginalstadien der Satyriden. 1. *Pararge aegeria* LINNÉ (Lep., Satyridae). Dortm. Beitr. Landesk. **11** : 25-34.
- ROOS, P., 1978. Die Präimaginalstadien der Satyriden. 3. *Lasiommata megera* LINNÉ. Dortm. Beitr. Landesk. **12** : 115-122.
- ROOS, P., 1979. Die Präimaginalstadien der Satyriden. 4. Vergleichende Merkmalsanalyse der Präimaginalstadien von *Lasiommata petropolitana* FABRICIUS und *Lasiommata megera* LINNÉ unter Berücksichtigung serologischer Untersuchungen. NachrBl. bayer. Ent. **28** : 110-118.
- ROOS, P., 1981a. Intermediäre Merkmalausprägung zwischen Erd- und Stürzpuppe bei *Aphantopus hyperantus* LINNAEUS (Lep. : Satyridae). Ent. Z., Frankf. a. M. **91** : 211-214.
- ROOS, P., 1981b. Die Präimaginalstadien der Satyriden. 7. *Aphantopus hyperantus* LINNAEUS (Lep., Satyridae). Dortm. Beitr. Landesk. **15** : 25-32.
- ROOS, P. & ARNSCHIED, W., 1980. Die systematische Stellung von *Erebia phegea* (BORKHAUSEN, 1788). Beiträge zur Kenntnis der Erebiën, XII. Mitt. Münch. Ent. Ges. **70** : 1-14.
- ROOS, P. & ARNSCHIED, W., 1981. Eine interessante Zucht und die Präimaginalstadien von *Erebia manto* SCHIFFERMÜLLER, 1775 (Lepidoptera, Satyridae). Beiträge zur Kenntnis der Erebiën, XIV. NachrBl. bayer. Ent. **30** : 101-108.
- ROOS, P., BEIL, B. & AUSSEM, B., 1982. Die Präimaginalstadien der Satyriden (Lepidoptera, Satyridae). 9. *Coenonympha hero* LINNAEUS. NachrBl. bayer. Ent. **31** : 115-121.
- SEVASTOPULO, D. G., 1940. The early stages of Indian Lepidoptera. J. Bombay nat. Hist. Soc. **42** : 38-44.
- SHIROZU, T. & HARA, A., 1974. Early stages of Japanese butterflies in colour. Vol. I. Osaka.
- SHIROZU, T. & SHIMA, H., 1979. On the natural groups and their phylogenetic relationship of the genus *Ypthima* HÜBNER mainly from Asia (Lepidoptera : Satyridae). Sieboldia (Acta Biol.) **4** : 231-295.
- SON, G. VAN, 1955. The butterflies of southern Africa. Part II. Nymphalidae : Danainae and Satyrinae. Transv. Mus. Mem. **8**. Pretoria.
- WASSERTHAL, L., 1970. Generalisierende und metrische Analyse des primären Borstenmusters der Pterophoridenraupen. Z. Morph. Tiere **68** : 177-254.